

高精度轨道梁预制施工方法探析

毕研美 庚同哲 刘国李 伟 郎海辉

中建八局第二建设有限公司 山东济南 250014

摘要: 随着制造业的发展,高精度产品对轨道梁的精度要求也越来越高。本文依托某工程提出一种预制高精度轨道梁施工方法,通过CPⅢ控制网测量、预埋件倒置安装、脱模后对梁体进行整体翻转等技术,为高精度科学研究和关键装备研制测试条件,为以后类似工程提供了一整套借鉴经验,必将拥有广阔的应用前景。

关键词: 倒置法; 轨道梁; 高精度; 预埋件

Analysis on Construction Method of Precast High-precision Track Beam

Bi Yanmei, Geng Tongzhe, Liu Guo, Li Wei, Lang Haihui

The second construction limited company of China construction eighth engineering division, Shangdong Jinan, 250014

[Key words] Inversion method; Track beam; High precision; Embedded parts

为满足高精度制造业生产需求,冲击荷载大、车辆行走系统精度要求高的轨道梁对预制及安装施工工艺提出了更加严格的要求。传统的轨道梁施工方法已远远不能满足精度要求,本文依托某工程,探析一种预制高精度轨道梁施工方法,以解决轨道梁梁体外形偏差要求 $\pm 2\text{mm}$,预埋件精度 $\pm 0.5\text{mm}$ 的施工难题,有效保证了轨道梁施工的质量与安全,对指导类似高精度轨道梁施工具有借鉴意义。

1 工程实例

某轨道梁采用预制 C40 掺聚丙烯纤维混凝土,轨道梁长度为 6808mm,高度为 760mm,宽度为 3000mm,每片轨道梁预留相关供后期机电设备使用的设备螺栓 100 个。梁体外形偏差要求梁长、宽、高 $\pm 2\text{mm}$,预埋件高低偏差不得大于 0.5mm、同一横断面高差 $\pm 0.5\text{mm}$ 、间距 $\pm 0.2\text{mm}$ 。每片轨道梁有 2 个固定可调高支座和 2 个顺桥向活动可调高支座,支座设计承载力 250kN,水平承载力 70kN,调高量 $-20\text{mm} \sim 50\text{mm}$ 。

2 关键技术

2.1 轨道梁倒置施工技术

轨道梁顶部预埋钢板数量多,而且要求精度高,(预埋钢板顶面高出基础面 5mm,而且保证水平,要求预埋钢板同一断面高差 $\pm 0.1\text{mm}$,间距 $\pm 0.2\text{mm}$),通过倒置施工方法,预埋件采用底模凹槽进行精确就位。

1、技术特点与难点

底模加工精度和预埋件凹槽位置、尺寸、表面平整度要求高。

2、创新点

研发预制轨道梁倒置法施工技术,采用顶面朝下底面朝上的倒置预制法,通过机床精铣刨底模凹槽解决梁顶预埋件高精度难题。

2.2 特殊材质铸铁模板整体浇筑技术

模板底模采用铸铁整体浇筑而成,底模根据轨道梁预埋件位置铣刨凹槽用于安装预埋件,侧模采用普通钢模,根据设计位置预留电缆支架侧向套筒螺栓孔。

1、技术特点与难点

(1) 普通钢模板线膨胀系数高受温度影响变形大,不能满足

轨道梁预制精度要求。

(2) 模板平整度要求高,平整度要求 $\pm 0.1\text{mm/m}$ 。

(3) 底模需铣刨 100 个预埋件凹槽,且每个凹槽需根据设计位置开螺栓孔,凹槽平整度要求同一横断面高差 $\pm 0.1\text{mm}$,凹槽及螺栓孔间距偏差 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

2、创新点

创新采用特殊材质铸铁模板整体浇筑工艺,解决模板变形造成预埋件精度不满足设计要求问题,通过机床精铣刨底模凹槽解决梁顶预埋件高精度难题。

2.3 模板脱模技术

轨道梁底模设置可拆卸透气块和倒角处设置可拆卸活动式模板,减小轨道梁起吊力。

1、技术特点与难点

(1) 由于底模尺寸较大,起吊过程中受混凝土粘结力影响,吊装过程中容易造成变形。

(2) 轨道梁体积大,钢丝绳直接起吊受集中应力影响容易对混凝土造成破坏。

2、创新点

创新在底模预留透气孔,底模周边倒角处采用可拆卸活动方式,使空气进入底模缝隙有利于梁体脱模,通过专用吊具起吊,成功解决脱模困难问题。

2.4 大吨位梁体移运及翻转技术

轨道梁尺寸长 6.808m,宽 3m,高 0.76m,采用钢筋混凝土实心结构,一片轨道梁重量约 39.6t。如何保证梁体顺利起吊,翻转安全,是技术重点。

1、技术特点与难点

(1) 梁体尺寸大,普通钢丝绳直接吊装容易造成梁体破坏。

(2) 轨道梁由于预埋件精度要求高,采用“倒置”法施工,即:顶面朝下,底模朝上的方法预制施工,预制完成后如何实现轨道梁的顺利翻转是一技术难点。

2、创新点

梁体脱模后,利用龙门吊、专用吊梁模具与埋置在梁体内的吊点,将梁体吊运至翻转架,翻梁架经拼装后将梁体固定,再用龙门吊起吊翻转架一端,围绕翻梁架固定的另一端完成梁体 180°

平面翻转,解决了轨道梁翻转难题。

2.5 轨道梁精调技术

轨道梁在梁场由龙门吊装到运梁车上,运输量至现场后采用2台100t汽车吊进行双机抬吊,轨道梁初步就位后采用全自动三维千斤顶进行微调,实现轨道梁的精确就位。

1、技术特点与难点

轨道梁架设的精度为:

平整度每100米高差小于2mm;

顺直度每100米与及基准线差距小于2mm;

平整度精度为 $\pm 0.1\text{mm/m}$,全长 $\pm 1\text{mm}$ 等。

常规预制梁采用汽车吊或者龙门吊直接就位无法满足精度要求,且普通测量控制网和测量设备无法满足精度要求。

2、创新点

采取CPIII控制网和智能数控三维千斤顶进行梁体微调,可实现梁体低高度、短距离的垂直方向(Y)横向(X)和纵向(Z)三个维度的位移,控制精度高,同步精度可达到0.5mm,并且和实现同步顶升和下降,成功解决了轨道梁精确就位难题。

2.6 预埋件施工技术

轨道梁体预埋件包含可拆卸钢结构预埋件、支座预埋件、电缆支架预埋件等,轨道梁内相关设备用的预埋套筒采用螺栓与套筒的方式进行连接,便于后期更换拆卸。套筒埋入预埋钢板孔中,并保证套筒垂直。

每片梁顶部有100个可拆卸钢结构预埋件,侧面有16个电缆支架预埋件,底部有4个支座预埋件。

1、技术特点与难点

预埋件精度要求高,普通人工预埋无法满足要求。

(1)平整度:预埋钢板M1和M2表面平整度误差不大于0.1mm;

(2)垂直度:预埋套筒与预埋钢板四点焊接后保证垂直,垂直度偏差不应大于0.5度,垂直度要求高。

(3)支座预埋钢板的平面位置和高程需精准控制,满足同一横断面高差 $\pm 0.10\text{mm}$,间距 $\pm 0.20\text{mm}$ 。

2、创新点

(1)预埋钢板下料采用“全自动数控等离子切割机”进行切割,可防止因机械切割对钢板原材产生破坏及达到高精度下料尺寸要求。

(2)用于连接钢结构的预埋件通过底模预留的螺栓孔用螺栓进行临时固定,防止混凝土浇筑时发生位移。

(3)侧模在侧面预埋件设计位置处预留螺栓孔,通过螺栓临时固定。

(4)支座钢板预埋件通过限位架固定位置,可以保证支座上钢板预埋位置精确,混凝土浇筑过程中不发生位移。

2.7 轨道梁基础施工技术

(1)轨道梁下基础采用筏板基础和桩基础加承台另一种形式,筏板基础要求持力层为中风化岩,桩基础持力层为中风化岩,要求桩底嵌入中风化岩层不小于2m。

(2)轨道梁基础长度18~22m不等,宽度为5m,筏板基础高度1.0m,桩基础上加承台形式高度为0.8m。

(3)轨道梁基础需预留支座预埋件预留孔、减速装置水阻尼预埋件。

1、技术特点与难点

(1)轨道梁筏板基础持力层要求高,持力层为必须为设计要求的较完整中风化石灰岩、较破碎中风化石灰岩及破碎中风化石灰岩,若基础下方非前述岩层,则须将地基开挖至上述岩层,然后采用C20素砼回填至基底标高。因此对轨道梁基础开挖标高控制要求严格,不允许超挖现象,若有超挖现象必须采用C20素混凝土进行回填。

(2)每片轨道梁通过4支座与基础连接,每个支座均在轨道梁基础顶面预留后浇孔,轨道梁钢筋设计较密,后浇孔与轨道梁基础钢筋位置冲突,施工难度大。

(3)轨道梁基础上水阻尼预埋件较多,且预埋精度要求高,X/Y/Z三向偏差不得大于 $\pm 2.00\text{mm}$ 。

2、创新点

(1)原基础上预留槽改成预埋螺栓孔,支座安装完成后采用高强灌浆料进行压浆,有效避免了与基础钢筋冲突的现象。

(2)水阻尼预埋件安装采用自制定位装置,可以快速且能够精准就位预埋件的位置,保证锚栓的垂直度与预埋钢板的平整度。

2.8 轨道梁台座施工技术

轨道梁台座采用C30混凝土基础,每个台座由底部0.2m高的底板基础和5个条形基础组成(条形基础的位置与底模龙骨位置相匹配),底板基础尺寸为长:7100mm,4600mm,高200mm,条形基础长4.6m,宽25cm,高80cm。

1、技术特点与难点

(1)台座基础要求严格,必须保证浇筑轨道梁后基础沉降变形满足要求。

(2)台座顶调平钢板预埋件平整度和位置要求精度高。

2、创新点

(1)台座采用条件基础,以便于工人在底模下部装拆固定预埋件的螺栓。

(2)每个条形基础上部预埋5块(300*250*25)钢板,通过可调高螺栓安装调平轨道梁底模。

3 结束语

该施工方法攻克了传统预制梁施工预埋件定位、外形尺寸精度低等缺点,成功应用于某项目试验轨道,实现了轨道梁梁体外形长、宽、高偏差小于2mm,预埋件高低偏差小于0.5mm、同一横断面高差小于0.5mm、间距偏差小于0.2mm的精度要求。该施工工艺安全、节能、经济、环保,为类似工程提供了宝贵的经验。

参考文献:

- [1]徐拥国,叶瀚波,钱佳智.大型组合式预埋件工程的高精度施工测量[J].地理空间信息,2017,15(5):112-114+12.
- [2]杨大伟,贾福兴.钢支座预埋件预埋精度和浇筑质量的控制[J].建设监理,2021(09):62-64.DOI:10.15968/j.cnki.jsjl.2021.09.020.
- [3]周艳芳.幕墙预埋件定位精度控制技术[J].中国建筑金属结构,2023,22(04):50-52.DOI:10.20080/j.cnki.ISSN1671-3362.2023.04.016.
- [4]陈雷.高速铁路板式无砟轨道底座板高精度施工控制技术[J].黑龙江科技信息,2016(09):263.
- [5]徐拥国,叶瀚波,钱佳智.大型组合式预埋件工程的高精度施工测量[J].地理空间信息,2017,15(5):112-114+12.